نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

بررسی میزان تجمع زیستی فلزات سنگین (سرب، نیکل، روی، آهن و مس) در بافت عضله ماهی شورت *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) در استان هرمزگان

ناصر کوسج*[1]، حجت‌الله جعفریان[2]، عبدالواحد رحمانی[3]، رحمان پاتیمار[2]،حسنا قلی‌پور[2]

[1] دانش‌آموخته دکتری تولید و بهره‌برداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران

[2] دانشیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران

[3] دانشیار، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۵/۰۶/۲۹
پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۶

نویسنده مسئول مکاتبه:
ناصر کوسج، دانش‌آموخته دکتری تولید و بهره‌برداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.
ایمیل: naserkooseg@yahoo.com

چکیده

تحقیق حاضر به بررسی میزان فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ۱۸۰ قطعه ماهی شورت (*S. sihama*) در سه منطقه استان هرمزگان (قشم، بندرخمیر و بندرپل) طی دو فصل تابستان و زمستان پرداخته است. پس از زیست‌سنجی، نمونه‌ها به روش هضم شیمیایی آماده‌سازی شدند و میزان فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس توسط دستگاه جذب اتمی قرائت شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که از لحاظ غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی شورت بین مناطق مورد مطالعه و همچنین فصول (تابستان و زمستان) از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که در هر دو فصل منطقه قشم بیش‌ترین غلظت عناصر را نسبت به مناطق بندرخمیر و بندر پل داشت. همچنین نتایج نشان داد که در تمامی مناطق مورد مطالعه غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در فصل تابستان بیش‌تر از زمستان بود. مقایسه غلظت فلزات در بافت عضله ماهی شورت با مقادیر استاندارد نشان داد که غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس کم‌تر از استانداردهای FAO، WHO و EPA است. ارزیابی خطر غذایی مصرف گونه مورد مطالعه نشان‌دهنده آن بود که مصرف این ماهی با میزان مصرف فعلی از نظر فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس خطری برای مصرف‌کنندگان آن ندارد.

واژه‌های کلیدی:
S. Sihama **، خلیج فارس، زیست‌سنجی، بافت خوراکی، آلودگی**

۱ | مقدمه

خلیج فارس یکی از بزرگترین خلیج‌های جهان به‌شمار می‌آید که به‌عنوان زیستگاه بسیاری از موجودات آبزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فعالیت‌های صنایع مستقر در سواحل خلیج فارس طی سال‌های اخیر یکی از مهم‌ترین عوامل ورود آلاینده‌های فلزی به آب‌های این منطقه می‌باشد (Naseri *et al.*, 2005). فعالیت‌های دیگری ازجمله کشاورزی، کشتیرانی و آلودگی‌های ناشی از پسماندهای شهری نیز از عمده‌ترین منابع آلوده‌کننده آب‌های این خلیج می‌باشند که سبب نابودی جمعیت بسیاری از آبزیان ساکن در آن که اکثراً از گونه‌های تجاری می‌باشند، شده است (Kheirvar and Dadolahi, 2010). توسعه، تکنولوژی و تولید فرآورده‌های جدید و متنوع شیمیایی مورد نیاز در صنعت، کشاورزی و بهداشت در دهه‌های اخیر به‌صورت فزاینده‌ای گسترش یافته به‌طوری‌که با افزایش جمعیت، فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، ورود آلاینده‌های آلی و معدنی به محیط افزایش یافته و آلودگی محیط زیست در اثر پیشرفت صنایع و موادشیمیایی مختلف مورد توجه سازمان‌ها و نهادهای بهداشتی بین‌المللی واقع شده است (Altindag and Yigit, 2005). مواد آلاینده صرف نظر از منشأ تولید و مصرف، توسط باد و جریان‌های آبی و نزولات جوی در تمامی اکوسفر انتشار یافته و تا زمان تجزیه کامل، از پتانسیل‌های متفاوتی در تجمع، ذخیره‌سازی و تأثیرات بهداشتی به موجودات زنده ازجمله انسان برخوردار است. بنابراین پایش آلودگی اکوسیستم‌های آبی از فعالیتهای عمده‌ای است که با هدف حفاظت محیط زیست صورت می‌گیرد (Hamidi, 2010). از انواع این آلاینده‌ها می‌توان به فلزات سنگین اشاره کرد که به‌طور طبیعی از اجزای تشکیل‌دهنده اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌گردند. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های محیط‌زیست

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آنها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمومیت‌های مزمن و بعضاً حاد خطرناکی را ایجاد نمایند. در دهه گذشته ورود آلاینده‌ها با منشأ انسانی مانند فلزات سنگین به داخل محیط‌های آبی، به مقدار زیادی افزایش یافته است که به‌عنوان یک خطر جدی برای حیات محیط‌های آبی به‌شمار می‌آید. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، وارد محیط زیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به محیط‌زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به‌وسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست قابل ملاحظه است.

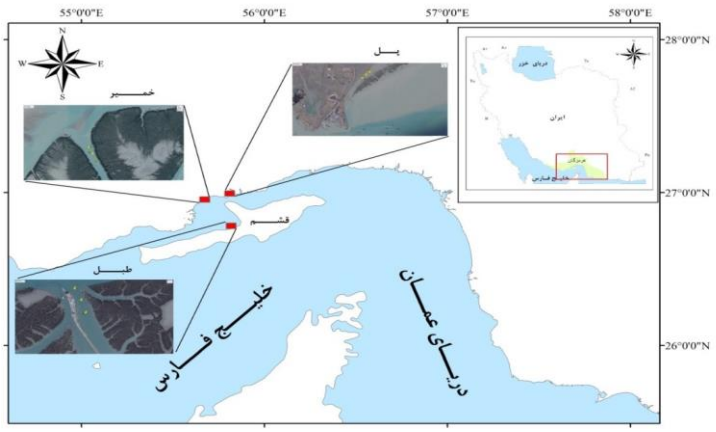
سیستم‌های آبی به‌طور طبیعی دریافت‌کننده نهایی این فلزات هستند (Mohammadi, 2011). به‌دنبال انتقال آلاینده‌ها به محیط-های دریایی، این احتمال به وجود می‌آید که ماهی مقادیری از برخی فلزات سنگین را از طریق زنجیرهٔ غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید (Amini Ranjbar *et al*., 2005). سن، طول، وزن، جنس، عادت تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص شیمیایی آب (شوری، سختی و دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی هستند (Demirak *et al*., 2006). فلزات سنگین از جمله سرب، نیکل، روی، آهن و مس به‌دلیل برخورداری از خاصیت تجمع‌پذیری و بزرگ‌نمایی زیستی در بافت‌های مختلف و عدم تجزیه‌پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیک پس از ورود به محیط قادرند در چرخه حیات به حرکت خود ادامه داده و به‌تدریج در بافت‌های چربی در بدن مصرف‌کنندگانی مانند انسان ذخیره شده و از این‌راه موجب بروز بیماری‌های حاد و مزمن در موجودات شوند (Khoshnood, 2006). مهم‌ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به فلزات سنگین از جمله سرب ایجاد اختلالات سیستم‌های عصبی محیطی – مرکزی، روی باعث اختلالات گوارشی شامل تهوع، استفراغ، خشکی دهان، تب، سردرد و اختلالات عصبی و تنفسی، آهن نیز اگر با بافت‌های بدن برخورد کند یا در آنها باقی بماند، باعث ورم ملتحمه، مشکلاتی در مشیمیه و آماس شبکیه می‌شود. نیکل موجب تغییر در خون، آنزیم و افزایش فشارهای روانی و مسمومیت با مس نیز موجب اختلالات ژنتیکی می‌گردد (Ghaedi *et al*., 2007).

خانواده شورت‌ماهیان Sillaginidae از جمله ماهیان کرانه‌ای هستند. این ماهی‌ها ساکنینی از حاشیه ساحلی در نزدیکی‌های کف دریا محسوب می‌شوند که در عمقی بین سطح و تقریباً ۴۰ متری آن زندگی می‌کنند. با آغاز فصل گرما بیش‌تر همراه با ماهی بیاه و میگوها در خورها و خلیج‌های کوچک صید می‌شوند. مقدار صید آنها معمولاً در مواقعی که دریا طوفانی است بالاتر می‌رود. این ماهی گوشتخوار بوده و در بستر رودخانه‌ها از کرم‌ها و سخت‌پوستان کوچک تغذیه می‌کنند (Asadi and Dehgani Poshtrooei , 1996).

باتوجه به ضرورت و اهمیت در این مطالعه با هدف بررسی غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در ماهی شورت جمع‌آوری شده از مناطق نمونه‌برداری در استان هرمزگان به‌عنوان شاخص پایش زیستی فلزات فوق، همچنین به مقایسه میزان تجمع زیستی در دو فصل تابستان و زمستان در سواحل این مناطق، پرداخته شد. لذا باتوجه به اینکه این گونه در مناطق مورد مطالعه مصرف خوراکی دارد، نتایج حاصل شده با استانداردهای جهانی موجود در این زمینه مقایسه گردیدند.

۲ | مواد و روش‌ها

تعیین و پراکنش ایستگاه‌های نمونه‌برداری به شکلی صورت گرفت که عمدتاً پیرامون مکان‌های ورود پساب‌های شهری و صنعتی و همچنین در کنار اسکله‌ها و صیدگاه‌های بزرگ آبزیان واقع شده باشد. بر این اساس نمونه‌برداری از ماهی شورت در فصل زمستان (بهمن‌ماه ۱۳۹۴) و فصل تابستان (مردادماه ۱۳۹۴) در سه منطقه مورد مطالعه (بندر خمیر با موقعیت جغرافیایی′۵۵/۲۳۳ °۲۶ شمالی و ′۳۵/۰۸۰ °۵۵ شرقی، قشم- طبل با موقعیت جغرافیایی′۴۶/۸۵۴ °۲۶ شمالی و ′۴۳/۴۷۲ °۵۵ شرقی و بندرپل با موقعیت جغرافیایی′۵۹/۰۷۵ °۲۶ شمالی و ′۴۵/۳۵۰ °۵۵ شرقی انجام شد (شکل۱).



شکل۱- مناطق نمونه‌برداری ماهی شورت (*S. Sihama*) در استان هرمزگان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

بدین منظور در هر فصل ۳۰ عدد ماهی شورت از هر ایستگاه به‌صورت تصادفی به‌وسیله تورهای سنتی مشتا (تورهای گوشگیر ثابت) صید شد. هر نمونه با دقت داخل کیسه فریزری کاملاً تمیز، در داخل یخدان ریخته و سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و درون فریزر و در دمای $-20^{0}C$ تا زمان انجام عملیات آزمایشگاهی نگهداری شد (Ruangsomboom and Wongrat, 2006). پس از عملیات زیست-سنجی، بافت‌های عضله جدا شد و به‌منظور خشک‌شدن، درون دستگاه فریز درایر (مدل VaCo-5) با دمای ۴۰ - درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ تا ۱۰ ساعت قرار گرفت. پس از انقضای زمان فوق و اطمینان از خشک شدن کامل بافت عضله، نمونه‌ها با یک هاون چینی آزمایشگاهی پودر شد. به‌منظور هضم نمونه‌ها ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از بافت نمونه خشک-شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم به‌وسیله ترازوی سارتریوس (Sartorius) ساخت آلمان وزن شد. نمونه‌های توزین شده را درون ویال‌های مایکروویو مدل ($ETHOS_1$) ریخته و پس از افزودن ۷ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ ۶۵٪ (پس از هر بار پودرکردن نمونه‌ها، هاون چینی با اسید نیتریک ۵٪ شستشو داده شد و با آب مقطر دو بار تقطیر کاملاً آبکشی گردید) و ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪، درب ویال‌ها را بسته و در محفظه مخصوص قرار داده و به دستگاه ماکروویو منتقل و طبق دستورالعمل دستگاه اقدام به هضم نمونه‌ها گردید (Moopam, 1999).

به‌منظور ارزیابی پتانسیل خطر مصرف این ماهی، محاسبات مربوط به میزان جذب روزانه (Daily intake) به‌ازای مصرف یک وعده از این ماهی در هفته برای یک انسان بالغ ۷۰ کیلوگرمی محاسبه گردید و این میزان با مقدار دوز رفرنس (RfD) سازمان EPA مقایسه شد. در واقع میزان RfD برای یک آلاینده یک تخمین از مقدار در معرض قرارگیری روزانه آن آلاینده توسط جمعیت انسانی است به‌طوری‌که در طول حیات فرد هیچ اثر سوئی برجای نگذارد. بر این اساس میزان مصرف این ماهی یک بار در هفته و مقدار هر وعده نیز هشت اونس معادل (۲۲۸g) برای یک فرد بالغ ۷۰ کیلوگرمی درنظر گرفته شد و بر این اساس میزان جذب روزانه (Daily intake) برای هر یک از فلزات محاسبه گردید.

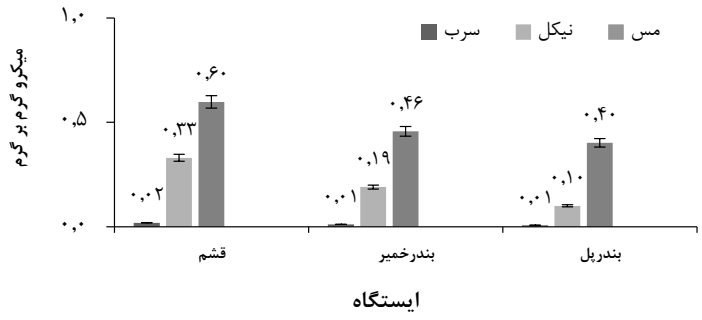
$$EDI = \frac{(C \times FIR_D)}{BW}$$

در این فرمول، EDI (Estimated Daily Intake) میزان جذب روزانه فلزات سنگین توسط بدن، C میزان غلظت فلز مورد نظر در ماهی یا ماده غذایی مصرفی، FIR_D (Food Ingestion Rate) میزان مصرف غذا برحسب گرم در روز (برای ماهی حدود ۲۱ گرم در نظر گرفته شد)، BW وزن بدن (۷۰ کیلوگرم) است (Burger and Gochfeld, 2005).

در تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS-19 استفاده شد. برای مقایسه غلظت فلزات در بین مناطق مختلف از آزمون ANOVA و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، از آزمون توکی استفاده شد. وجود یا عدم‌وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵٪ تعیین گردید. برای مقایسه غلظت فلزات با استانداردها، نیز از آزمون t تک نمونه‌ای استفاده گردید. نرمال‌بودن (از طریق آزمون کولموگرف-اسمیرنوف) تست شد. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel-2007 استفاده شد.

۳ | نتایج

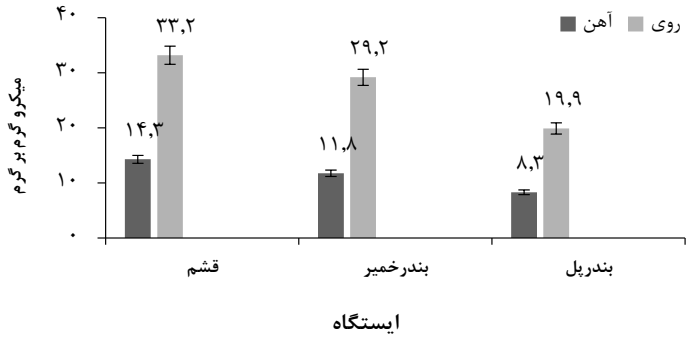
غلظت هر یک از فلزات در بافت عضله ماهی شورت در مناطق مورد مطالعه و در فصول تابستان و زمستان بررسی شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که از لحاظ غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی شورت بین مناطق قشم (طبل)، بندر خمیر و بندر پل در فصول تابستان و زمستان اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت ($p<0.05$) (شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵). براساس آزمون تعقیبی توکی، از نظر غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در ماهیان شورت منطقه قشم با بندر خمیر و بندر پل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<0.05$). به‌طوری‌که از لحاظ غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی شورت در فصول تابستان و زمستان منطقه قشم میزان بالاتری را نسبت به مناطق بندر خمیر و بندر پل داشت و دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($p<0.05$).



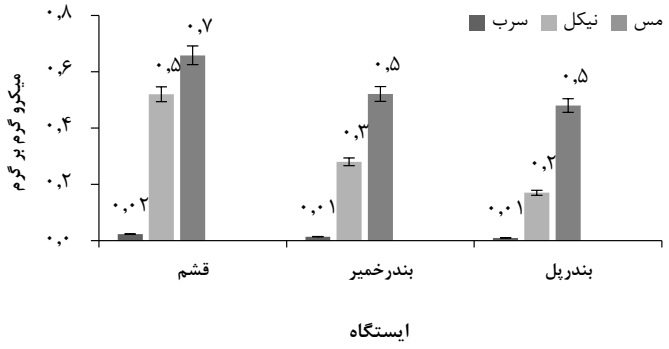
شکل۲- مقایسه عناصر نیکل، سرب و مس در عضله ماهی شورت (*S. Sihama*) در مناطق قشم، بندرخمیر و بندرپل در فصل زمستان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

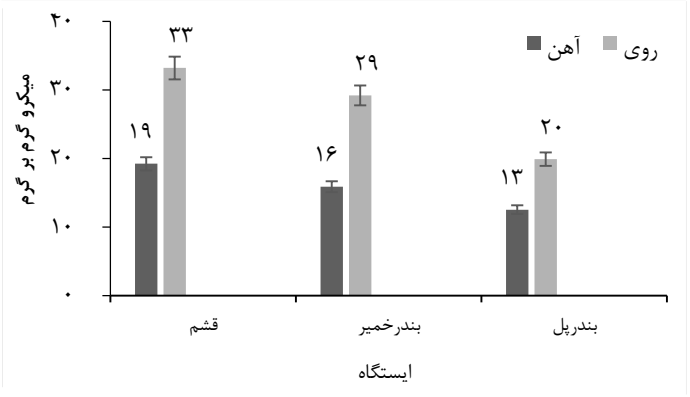
[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]



شکل۳: مقایسه عناصر آهن و روی در عضله ماهی شورت (*S. Sihama*) در مناطق قشم، بندرخمیر و بندرپل در فصل زمستان



شکل۴- مقایسه عناصر نیکل، سرب و مس در عضله ماهی شورت (*S. Sihama*) در مناطق قشم، بندرخمیر و بندرپل در فصل تابستان



شکل۵- مقایسه عناصر آهن و روی در عضله ماهی شورت (*S. Sihama*) در مناطق قشم، بندرخمیر و بندرپل در فصل تابستان

از لحاظ غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی شورت در سه منطقه قشم، بندر خمیر و بندر پل بین فصول تابستان و زمستان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0.05$). به‌طوری‌که نتایج نشان داد که در تمامی مناطق مورد مطالعه میزان غلظت فلزات سنگین (نیکل، سرب، روی، آهن و مس) در فصل تابستان بیش‌تر از فصل زمستان بود (جدول۱). همچنین به‌منظور ارزیابی خطر تجمع فلزات سنگین در این تحقیق، این مقادیر با استانداردهای موجود در این زمینه مقایسه شد. براساس جداول شماره

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

۲، ۳ و ۴ در مناطق مورد مطالعه مقادیر محاسبه شده برای میزان جذب روزانه پایین‌تر از دوز استاندارد سازمان EPA است که‌این موضوع نشان می‌دهد مصرف یک وعده (معادل ۲۲۸ گرم) از این ماهی در هفته از نظر بهداشتی هیچ ممنوعیتی برای یک مصرف کننده بالغ ندارد.

جدول ۱- نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقادیر عناصر نیکل، سرب، روی، آهن و مس (میکروگرم بر گرم) در عضله ماهی شورت (*S. Sihama*) در مناطق قشم، بندر خمیر و بندر پل در فصول تابستان و زمستان (میانگین± انحراف استاندارد)، (n=۳۰).

فلز	منطقه					
	قشم (طبل)		بندرخمیر		بندرپل	
	زمستان	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان	تابستان
نیکل	۰/۳۳±۰/۰۳	۰/۵۲±۰/۰۴	۰/۱۹±۰/۰۷	۰/۲۸±۰/۰۵	۰/۱۰±۰/۰۳	۰/۱۹±۰/۰۳
سرب	۰/۰۱۹±۰/۰۰۲	۰/۰۲۳±۰/۰۰۲	۰/۰۱۱±۰/۰۰۲	۰/۰۱۴±۰/۰۰۲	۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	۰/۰۱۰±۰/۰۰۲
روی	۳۳/۲±۱/۷۱	۴۰/۴۰±۱/۰۱	۲۹/۲±۱/۰۹	۳۵/۲±۱/۰۹	۱۹/۹۱±۱/۱۵	۲۸/۲۲±۱/۲۲
آهن	۱۴/۳۰±۰/۱۷	۱۹/۲۵±۰/۲۱	۱۱/۷۵±۰/۳۶	۱۵/۸۸±۰/۳۶	۸/۳۰±۰/۱۹	۱۲/۵۵±۰/۱۱
مس	۰/۵۹۸±۰/۰۲۵	۰/۶۵۸±۰/۰۱۱	۰/۴۵۷±۰/۰۱۰	۰/۵۲۱±۰/۰۱۰	۰/۴۰۲±۰/۰۲۷	۰/۴۸۰±۰/۰۲۵

جدول۲- محاسبات جذب روزانه (Daily intake) فلزات سنگین توسط افراد در ازای یک وعده مصرف در هفته برای یک شخص ۷۰ کیلوگرمی (منطقه قشم- طبل)

فلز	غلظت فلزات در نمونه هاوزن ترµg/g	میزان فلزات (µg/g) دریک وعده غذایی (معادل ۲۲۸گرم)	میزان جذب روزانه (µg/kg/day)	دوز رفرنس (RFD) سازمان (µg/kg/day) EPA
نیکل	۰/۴۲۵	۹۶/۹	۰/۱۸۲	۲۰
سرب	۰/۰۲۱	۴/۷۸	۰/۰۰۹	۲۵
مس	۰/۶۲۸	۱۴۳/۱۸	۰/۲۶۹	۴۰
روی	۳۶/۸	۸۳۹۰/۴	۱۵/۷۷	۳۰۰
آهن	۱۶/۷۷۵	۳۸۲۴/۷	۷/۱۸	۵۰۰

جدول۳- محاسبات جذب روزانه (Daily intake) فلزات سنگین در ازای یک وعده مصرف در هفته برای یک شخص ۷۰ کیلوگرمی (منطقه بندر خمیر)

فلز	غلظت فلزات در نمونه‌ها وزن ترµg/g	میزان فلزات (µg/g) دریک وعده غذایی (معادل ۲۲۸گرم)	میزان جذب روزانه (µg/kg/day)	دوز رفرنس(RFD) سازمان (µg/kg/day) EPA
نیکل	۰/۲۳۵	۵۳/۵۸	۰/۱	۲۰
سرب	۰/۰۱۲۵	۲/۸۵	۰/۰۰۵	۲۵
مس	۰/۴۸۹	۱۱۱/۴۹۲	۰/۲۰۹	۴۰
روی	۳۲/۲	۷۳۴۱/۶	۱۳/۸	۳۰۰
آهن	۱۳/۸۱۵	۳۱۴۹/۸۲	۵/۹۲	۵۰۰

جدول۴- محاسبات جذب روزانه (Daily intake) فلزات سنگین در ازای یک وعده مصرف در هفته برای یک شخص ۷۰ کیلوگرمی (منطقه بندر پل)

فلز	غلظت فلزات در نمونه‌ها وزن ترµg/g	میزان فلزات (µg/g) دریک‌وعده غذایی (معادل ۲۲۸گرم)	میزان جذب‌روزانه (µg/kg/day)	دوز رفرنس(RFD) سازمان (µg/kg/day) EPA
نیکل	۰/۱۳۵	۳۰/۷۸	۰/۰۵۷	۲۰
سرب	۰/۰۰۸۵	۱/۹۳	۰/۰۰۳	۲۵
مس	۰/۴۴۱	۱۰۰/۵۴	۰/۱۸۹	۴۰
روی	۲۴/۰۶۵	۵۴۸۶/۸۲	۱۰/۳۱	۳۰۰
آهن	۱۰/۴۲۵	۲۳۸۲/۶	۴/۴۶۷	۵۰۰

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

در دهه‌های گذشته، تأثیرات صنعتی شدن، کشاورزی متمرکز و توسعه شهری منجر به مشکلات جدی آلودگی در اکوسیستم‌های دریایی شده است (Bellas *et al*., 2005). در پژوهش انجام شده توسط موسیلحی و همکاران (Moselhy *et al*., 2014)، غلظت فلزات سنگین (مس، روی، سرب، آهن و منگنز) در کبد، آبشش و عضلات چهارده گونه از ماهیان کفزی و پلاژیک جمع‌آوری شده از سه منطقه اصلی (شلاتین، غردقه و سوئز) در دریای سرخ (مصر) اندازه‌گیری شد. سطوح فلزات سنگین به‌طور قابل توجهی در میان گونه‌های مختلف ماهی و مناطق متفاوت بود. این تغییرات در جذب فلزات، تحت تأثیر عواملی خاص مانند سن، توزیع جغرافیایی و گونه می‌باشند. به‌طورکلی، غلظت فلزات ثبت شده در داخل مناطق مورد مطالعه تقریباً پایین‌تر از استاندارد جهانی بود. چن (Chen, 2002)، نشان داد که اختلاف معنی‌داری در غلظت عناصر سرب، کادمیوم، جیوه، نقره، مس و آهن در نمونه‌های مناطق مختلف تالاب چی-کو وجود داشت. او همچنین بیان کرد که در مناطقی که منشاء آلاینده‌ها از فاضلاب یا ورودی آب شیرین بود عناصر کادمیوم، جیوه و مس بیش‌تر در محیط حضور داشتند، درحالی‌که هر چه به‌سمت مناطق دور از دهانه و ورودی تالاب برویم غلظت این عناصر کاهش می‌یابد. دورال و همکاران (Dural *et al*., 2007)، با آزمایشات گوناگون نشان دادند که بین غلظت فلزات سنگین در بدن موجودات آبزی در مناطق مختلف (خلیج فارس، خلیج مصر، خلیج اسکندریون، مرداب‌های نمکی در جنوب آتلانتیک اسپانیا و تالاب‌های کالیفرنیا) به‌دلیل شرایط محیطی متفاوت مثل دما، شوری، pH و نور و.... وجود فعالیت‌های صنعتی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به‌طورکلی از مهم‌ترین دلایل بالا بودن غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در عضله ماهی شورت در منطقه قشم نسبت به بندر خمیر و بندر پل وجود صنایع مختلف (شرکت سرب و روی قشم، کارگاه‌های لنج سازی، قایق‌سازی فایبرگلاس، آبزی‌پروری و صنعت پالایش نفت و گاز گورزین) در کنار سواحل، مس رهاشده از رنگ‌آمیزی کشتی‌ها و شناورها در مجتمع لنج‌سازی قشم، عنصر مس در ترکیبات مورد استفاده برای کشتی‌ها و شناورها و همچنین در پساب‌های شهری و خانگی وجود دارد (Zhou *et al*., 2007)، تردد بیش از حد قایق‌های موتوری (وجود سرب و نیکل در بنزین)، معدن خاک سرخ (حاوی آهن فراوان) و تخلیه پسابهای صنعتی و شهری به آب‌های ساحلی این منطقه می‌باشد که این پساب‌ها در خود انواع فلزات سنگین به‌خصوص سرب، نیکل، روی، آهن و مس را دارند و این امر باعث افزایش غلظت فلزات مورد مطالعه در منطقه قشم می‌شود. کلیه موارد فوق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مبنی بر بیشتر بودن غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در منطقه قشم نسبت به مناطق بندر خمیر و بند رپل هم خوانی مناسبی دارد.

محققین بر تأثیر شوک حرارتی بر سیستم ایمنی ماهی بسیار تأکید دارند (Szischa *et al*., 2005). البته تأثیر فصل باتوجه به موقعیت جغرافیایی و حتی نحوه و زمان واکسیناسیون در تاس‌ماهیان پرورشی و یا وضعیت درگیری و ابتلا به بیماری خاص قبلی بایستی با دقت بیش‌تری مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج نشان داد که ساختار میکروسکوپی روده در تاس‌ماهی ایرانی با اندک تفاوت مشابه سایر ماهیان مورد مطالعه توسط محققین دیگر بوده به‌طوری‌که ساختار لنفاوی ضمیمه روده در دو بخش داخل بافت پوششی، پارین و زیرمخاط مشاهده گردید که در قسمت اخیر از تجمع کم‌تری نسبت به نواحی فوق‌الذکر گسترش داشت. همچنین تعداد لنفوسیت‌ها به‌ویژه در فصل زمستان و در جنس ماده که در قسمت انتهایی نسبت به سایر نواحی به تعداد بیش‌تر گزارش شد، از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است.

از طرف دیگر نتایج و پژوهش کنونی نشان داد که بین غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در مناطق مورد مطالعه در فصل تابستان نسبت به زمستان در بافت عضله ماهی شورت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. سلچوسکا و همکاران (Celechovska *et al*., 2011) در بررسی غلظت آرسنیک در نوعی ماهی *Oncorhynchus mykiss* در طول یک سال دریافتند که غلظت آرسنیک در فصل زمستان با کاهش دما، در بافت عضله این گونه کاهش می‌یابد. دریالعل و همکاران (Daryalal *et al*., 2011) با بررسی تجمع فلزات سنگین سرب و کروم در خرچنگ شناور آبی (*Portunus Pelagicus*) در سواحل استان هرمزگان (شهرستان بندرعباس) نشان داد که بیش‌ترین میزان جذب و تجمع عناصر سنگین سرب و کروم در طول نمونه‌برداری در نمونه‌های رسوب و بافت نرم در طول دوره نمونه‌برداری در فصل تابستان بوده است که علت این امر تأثیر مستقیم فاکتورهای فیزیکوشیمیایی بر تحرک فلزات سنگین در آب، رسوب و بافت جانوری است. دورال و همکاران (Dural *et al*., 2007)، با آزمایشات گوناگون در ماهی *Sparus aurata* نشان دادند که غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در فصول مختلف متفاوت بوده و همچنین تجمع این فلزات در اندام‌های متفاوت مختلف است. در بدن موجودات آبزی غلظت اغلب فلزات سنگین در فصل تابستان هم در مکان‌های فاقد آلودگی و هم در مناطقی که دارای فعالیت‌های صنعتی هستند بیش‌تر است (Mendil *et al*., 2010). از دیگر فاکتورهای افزایش غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس، شوری آب است که بیش‌تر تابع تغییرات جوی است به‌طوری‌که آب دریا در فصل زمستان کم‌ترین و در تابستان بیش‌ترین مقدار شوری را دارد. وجود رابطه مستقیم بین دما و شوری مبین این است که با افزایش دما، شوری نیز بالا می‌رود. باتوجه به اینکه در فصل تابستان دمای هوا در گرم‌ترین روزها در مردادماه به ۴۵ درجه سانتی‌گراد نیز می‌رسد، در نتیجه میزان تبخیر بیشتر شده و میزان شوری نیز افزایش می‌یابد. خلیج فارس به دلیل این‌که در برخی از فصول سال به خصوص تابستان تحت تأثیر نفوذ آب دریای عمان و دیگر آب‌های ورودی به آن قرار می‌گیرد در اثر تغییرات شوری بعضی از فلزات تشکیل انعقاد داده و سریع تر رسوب می‌کنند (Karbasi, 1999).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

ماهیان شورت همانند سایر ماهیان و موجودات خونسرد تابع دمای محیط بوده و به‌دلیل افت دمایی در زمستان، این موجودات نیز دچار رخوت و سستی شده و کم‌تر جهت تغذیه از لانه‌های خود خارج شده و ترجیح می‌دهند بیش‌تر زمان‌ها در لانه‌های خود باقی بمانند (Caran, 1943). از طرفی بیش‌تر ماهیان شورت دارای نیمه‌خواب زمستانی در طول زمستان هستند و با شروع فصل گرما و گرم شدن آبها، آنها شروع به خزیدن و همچنین خوردن می‌کنند. ماهی شورت احتمالاً به‌دلیل اینکه در زمستان کم‌تر تغذیه می‌کند، در فصل پاییز غذای بیش‌تری می‌خورد و چون در زمستان به‌علت کاهش فعالیت بدنی، سوخت و ساز بدن نیز کاهش می‌یابد، همین مقدار غذا با صید محدودی که در فصل زمستان انجام می‌گیرد جهت زندگی در زمستان کافی می‌باشد. به‌دلیل فعالیت کم‌تر، تغذیه کم‌تر و خواب زمستانی و در دسترس بودن مواد غذایی کم‌تر در فصل زمستان نسبت به فصل تابستان غلظت فلزات سنگین در فصل تابستان نسبت به زمستان بیش‌تر می‌باشد.

بافت ماهیچه ماهی مهم‌ترین بخش خوراکی است که می‌تواند به‌طور مستقیم بر سلامتی انسان اثرگذار باشد. یک جنبه مهم در ارزیابی خطرات مواد شیمیایی موجود در غذا، دانستن میزان جذب این مواد شیمیایی مضر توسط بدن و نگه‌داشتن آن در یک حاشیه امنیت می‌باشد. میزان جذب روزانه فلزات در اثر مصرف غذا ارتباط مستقیم با میزان فلزات موجود در آن ماده غذایی و هم چنین میزان مصرف آن ماده غذایی دارد. بیش از ۹۰ درصد فلزات از طریق غذا وارد بدن انسان می‌شوند (Bin *et al*., 2001). در تحقیق حاضر مقادیر محاسبه شده میزان جذب روزانه فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی شورت در مناطق مورد مطالعه پایین‌تر از دوز مرجع سازمان EPA می‌باشد. این نتایج با دستاورد پژوهش حسن‌پور و همکاران (Hassanpour *et al*., 2014) که به بررسی خطر غذایی فلزات سرب، کادمیوم، روی و مس در ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در سواحل جنوبی دریای مازندران پرداختند. نتایج مطالعه آنها حاکی از آن بوده است که هیچ خطری در اثر مصرف ماهی سفید مصرف‌کنندگان آنها را از نظر فلزات مورد مطالعه تهدید نمی‌کند. نتایج بررسی ایرج و همکاران (Iraj *et al*.,2014) در سواحل جنوبی دریای مازندران حاکی از آن بوده است که هیچ خطری مصرف‌کنندگان ماهی های آلوزا و کلیکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*) را از نظر فلزات کروم، نیکل، روی و مس تهدید نمی‌کند. نتایج بررسی علی‌پور و همکاران (Alipour *et al*., 2015) نیز حاکی از عدم وجود خطر برای مصرف‌کنندگان ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) از نظر فلزات کادمیوم، کروم، نیکل، آهن، آرسنیک، مس، روی و سرب در تالاب بین المللی میانکاله بوده است. بات و همکاران (Bat *et al*., 2012) مطالعه‌ای روی فلزات روی، مس، سرب و کادمیوم بر روی عضله سپرماهی (*Psetta maxima*) در سواحل دریای سیاه ترکیه انجام دادند. محدوده غلظت فلزات روی، مس، سرب و کادمیوم در عضله به ترتیب ۱۸/۵۶-۳۵/۳۳ ، ۱/۸۱-۶/۱۱، ۰/۰۷-۰/۲۱و ۰/۰۴۶- ۰/۰۱۶تعیین شد. مطالعه آنها نشان داد که برآورد مصرف روزانه و هفتگی فلزات انتخاب شده از طریق مصرف ماهی کم‌تر از مصرف جذب موقت روزانه قابل تحمل (PTDI) و جذب موقت هفتگی قابل تحمل (PTWI) مقادیر بیان شده توسط FAO/WHO بودند، تشابه داشت.

همچنین براساس مقایسه غلظت فلزات اندازه‌گیری شده برحسب وزن تر با استانداردهای موجود (جدول ۵)، غلظت فلزات از حد مجاز کم‌تر بوده و بنابراین مصرف عضله ماهی شورت در سه منطقه استان هرمزگان (قشم، بندر خمیر و بندر پل) نمی‌تواند خطری داشته باشد.

جدول ۵- استانداردهای جهانی مقادیر مجاز عناصر نیکل، سرب، روی، آهن و مس (میکروگرم برگرم) در بافت عضله ماهی

فلز / استاندارد جهانی	سرب	نیکل	روی	آهن	مس	منبع
FAO/WHO	۲/۱۴	-	۳۰	-	۱۰	FAO/WHO, 2010
NHMRC	۱/۵	-	۳۵	-	۱۰	Pourang *et al*., 2004
FDA	۵	۱	۳۵	۱۰۰	-	Pourang *et al*., 2004

در مطالعه حاضر برای اولین بار برآورد میزان ورود و میزان خطر ناشی از فلزات سنگین نیکل، سرب، روی، آهن و مس در ماهی شورت انجام گرفت. نتایج نشان داد که سطوح فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس در مناطق قشم، بندر خمیر و بندر پل عبارت بودند از: روی> آهن> سرب> نیکل> مس. به‌طوری‌که غلظت همه فلزات در منطقه قشم بیش‌تر از دو منطقه دیگر و منطقه بندر خمیر بیش‌تر از بندر پل، ضمناً در همه مناطق غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در فصل تابستان بیش‌تر از زمستان بود. همچنین نتایج تمام برآورد میزان ورود روزانه فلزات نشان داد که هیچ خطری در اثر مصرف این گونه ماهی متوجه مصرف‌کنندگان در مناطق مورد مطالعه نیست. البته باید توجه داشت که در ماهی فلزات مختلف دیگری از قبیل جیوه و آلاینده‌های آلی مانند پلی‌آروماتیک هیدروکربن تجمع می‌یابد. بنابراین ضروری است که متصدیان سلامتی در ایران از قبیل وزارت بهداشت و دیگر سازمان‌ها بررسی جامعی در زمینه برآورد میزان خطر در گروه‌های مختلف مصرف‌کنندگان از جمله کودکان و زنان باردار انجام دهد و میزان تجمع فلزات‌سنگین سرطان‌زا و غیرسالیانه در ماهیان پرمصرف و تجاری مورد بررسی قرار دهد. ذکر این نکته بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد که در این مطالعه تنها میزان ورود فلزات سنگین به بدن مصرف‌کنندگان در اثر مصرف یک نوع ماده غذایی درنظر گرفته شده است از آنجایی که افراد در طول روز از چندین نوع ماده غذایی استفاده

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

می‌کنند، نیاز است که مطالعاتی روی مواد دیگر نیز صورت گیرد.

پست الکترونیک نویسندگان

ناصر کوسج: naserkooseg@yahoo.com
حجت‌الله جعفریان: hojat.jafaryan@gmail.com
عبدالواحد رحمانی: rahmaniabdolvahed@yahoo.com
حسنا قلی‌پور: Hosnagholipoor@yahoo.com

REFERENCES

Alipour H, Pourkhabbaz A, Hassanpour M. 2015. Estimation of potential health risks for some metallic elements by consumption of fish. Water Quality, Exposure and Health. 7(2):179-85.

Altindag A., Yigit S. 2005. Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lakeBeyşehir, Turkey. Chemosphere, 60(4): 552-556.

Amini Ranjbar Gh., Sotodeh Nia F. 2005. "Accumulation of heavy metal in fish muscle tissue (*Mugil auratus*) Caspian Sea in connection with some biometrical profile (standard length, weight, age and gender)". Iranian Fisheries Scientific Journal, 14(3): 1-19. (In Persian).

Asadi E., Dehgani Poshtrooei R. 1996. Atlas of the Persian Gulf and Oman Sea fish, the Fisheries Research and Education Organization. Tehran, Iran. 226 p. (In Persian).

Bat L., Şahin, F., Üstün F., Sezgin M., 2012. Distribution of Zn, Cu, Pb and Cd in the tissues and organs of Psetta maxima from Sinop Coasts of the Black Sea, Turkey. Marine Science, 2(5):105-109.

Bellas J., Beiras R., Carlos J., Fernandez N. 2005. Toxicity of organic compounds to marine invertebrate embryos and larvae: A comparison between the Sea Urchin embryogenesis bioassay and alternative test species. Journal of Ecotoxicology, 14: 337-353.

Bin C., Xiaoru W., Lee F.S.C. 2001. Pyrolysis coupled with atomic absorption spectrometry for the determination of mercury in Chinese medical materials. Analytica Chimica Acta, 447: 161-169.

Burger J., Gochfeld M. 2005. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environmental Research, 5(3): 1-10.

Caran J. 1943. Crabs from the genus *Uca* sp. from the west coast of Central America. Zoological, 26: 145-208.

Celechovska O., Harkabusova V., Macharackova B., Vitoulova E., Lavickova A. 2011. Accumulation of arsenic during the growing period of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta Veterinaria Brno, 80: 219-225.

Chen M.H. 2002. Baseline metal concentration in sediments and fish and determination of bioindicators in the subtropical, Baseline Marine Pollution Bulletin, 44: 703-714.

Daryalal Kh., Dadullahi C., Zolgarin H., Safahieh A.R. 2011. Determine the accumulation of heavy metals including lead and chromium in blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) in the Hormozgan province (city of Bandar Abbas). 5th National Conference and Exhibition of Environmental Engineering. Hormozgan province, Iran. (In Persian).

Demirak A., Yilmaz F., Tuna A.L., Ozdemir N. 2006. "Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey". Chemosphere, 63(9): 1451-1458.

Dural M., Goksu M.Z.L., Ozak A.A. 2007. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species from the Tuzla lagoon. Food Chemistry, 102: 415- 421.

Ghaedi M., Ahmadi F., Soylak M. 2007. Simultaneous preconcentration of copper, nickel, cobalt and lead ions prior to their flame atomic absorption spectrometric determination. Annali di Chimica, 97: 277-285.

Hamidi Z. 2010. "Measure and compare concentration of mercury, arsenic, cobalt, cadmium, vanadium, lead, total oil (TPH) and organochlorine pesticides in fish muscle some Horolazim wetland." M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research, Ahwaz, Iran. (In Persian).

Hassanpour M., Rajaei G., Sinka Karimi M.H., Ferdosian F., Maghsoudloorad R. 2014. Determination of heavy metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) from Miankaleh International Wetland and human health risk. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 24(113): 176-83. (In Persian).

Iraj Z.K., Pourkhabbaz A.R., Hassanpour M., Sinka Karimi M.H., Birjand I. 2014. Bioaccumulation of heavy metals in tissues of *Clupeonella Cultiventris Caspia* and *Alosa Caspia* and their consumption risk assessment in the southern coast of Caspian Sea. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 24(118): 99-110. (In Persian).

Karbasi A. 1999. Standard concentration and origin of Ni- Zn- Cu- Co- Cd- V- Fe- Mn- Pb in surface sediments of the Persian Gulf. The Journal Environmental Science and Technology, 5(6): 65-53.

Kheirvar N., Dadolahi Sohrab A. 2010. Heavy metal concentrations in sediments and Large Scaled Barb (*Barbus grypus*) from Arvand River. Environmental Science and Technology, 12(2): 123 131. (In Persian).

Khoshnood R. 2006. Rate accumulation of heavy metals (Ni,V,Cd,Pb,Hg) in two species of fish hoof Bandar Abas and Bandar Lengeh. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Ahwaz, Iran. (In Persian).

Mendil D., Unal O.F., Tuzen M., Soylak M. 2010. Determination of trace metals in different fish species and sediments from the river Yesilirmak in Tokat, Turkey. Food and Chemical Toxicology, 48: 1383-1392.

Mohammadi M. 2011. "Accumulation of heavy metals cadmium, lead, nickel, mercury in tissues of liver, gill

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

and muscle in fish Barbus Karoon and Dez River." M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Sciene and Research, Ahwaz, Iran. (In Persian).

Moopam. 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. 3rd ed, Kuwait, 321p.

Moselhy M., Othman A.I. H., Abd El-Azem H., El-Metwally M.E.A. 2014. Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. Egypt. Journal of Basic and Applied Sciences, 1: 97-105.

Naseri M., Rezai M., Abedi O., Afshar Naderi A. 2005. Determination of some heavy metals (Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Hg, Pb, Cd) in edible and non-edible tissues of Greenback mullet (*Liza dussumieri*) from Bushehr coastal areas. Iranian Journal of Marine Sciences, 4(3&4): 59-67. (In Persian).

Pourang N., Dennis J.H., Ghoorchian H. 2004. Tissue distributions on the roles of metallothionin., Ecotoxicology, 13: 519-533.

Ruangsomboom S., Wongrat L. 2006. Bioaccumulation of cadmium in an experimental aquatic food chain involving phytoplankton (*Chlorella vulgaris*), zooplankton (*Moina macrocopa*), and the predatory catfish *Clarias macrocephalus* and *C. gariepinus*. Aquatic Toxicology, 78(1): 15-18.

Zhou F., Guo H., Hao Z. 2007. Spatial distribution of heavy metals in Hong Kong's marine sediments and their human impacts: A GIS based chemo metric approach. Marine Pollution Bulletin, 54: 1372-1384.

نحوه استناد به این مقاله:

کوسج ن.، جعفریان ح.ا.، رحمانی ع.و.، قلی‌پور ح. بررسی میزان تجمع زیستی فلزات سنگین (سرب، نیکل، روی، آهن و مس) در بافت عضله ماهی شورت *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) در استان هرمزگان. مجله ماهی شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹: ۵۷-۴۸ (۲)۸..

Kooseg N., Jafaryan H.A., Rahmani A.V., Gholipour H. Investigation of the biological aggregation of heavy metals (lead, nickel, zinc, iron and copper) in the muscle tissue of *Sillago sihama* shorts (Forsskål, 1775) in Hormozgan province. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2020. 48-57.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]

Study on bioaccumulation of some heavy metals (lead, nickel, zinc, copper, and iron) in the muscle of Silver Sillago *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) in Hormozgan Province

Kooseg N[*1]., jafariyan H[2]., Rahmani A[3]., Rahman Patimar[2], Gholipoor Kanani H[4].

[1] PhD student, Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran
[2] Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran
[3] Associate Prof., Dept. of Chemistry, Faculty of Science, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
4 Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 19- 9- 2016
Accepted: 6-11- 2016

Corresponding author:

Kooseg N. PhD student, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran

Email: naserkooseg@yahoo.com

Abstract

The present study investigated the heavy metals accumulation (lead, nickel, zinc, iron, and copper) in the muscle of 180 Silver Sillago (*S. sihama*) from three regions of Hormozgan Province (Qeshm, Khamir Port, and Pol Port) during summer and winter. After biometrics samples were prepared using chemical digestion and the heavy metals (lead, nickel, zinc, iron, and copper) were measured using atomic absorption spectrometry. The results showed that the accumulation of lead, nickel, zinc, iron, and copper in muscle was significantly different in these three regions and also between the two seasons. The highest accumulation was observed in Qeshm in summer and winter. Moreover, the results showed that the accumulation of lead, nickel, zinc, iron, and copper was higher in summer compared to winter (in all three regions). The comparison of heavy metal accumulation in fish muscle with international standards showed that the accumulation of lead, nickel, zinc, copper, and iron were lower than FAO, WHO, and EPA standards. Food risk assessment indicated that there is no danger in the consumption of *Sillago sihama* with the current bioaccumulation in terms of the presence of lead, nickel, zinc, copper, and iron.

Keywords: *S. sihama*, Persian Gulf, Biometry, Edible tissue, Pollution

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jair.8.1.48]